

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl.:

H 01 q

G 01 s

XA2150

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 a4 - 48/63

10

11

21

22

44

Auslegeschrift 1 286 593

Aktenzeichen: P 12 86 593.9-35 (P 29989)

Anmeldetag: 9. August 1962

Auslegetag: 9. Januar 1969

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Anordnung zur Steuerung der Reflexion von Radarwellen unter Verwendung von als Platte angeordnetem dielektrischem und ferromagnetischem Material

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt: Walther, Dipl.-Ing. Erich Eduard, 2000 Hamburg

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-AS 1 006 907

GB-PS 443 426

DT-AS 1 070 702

GB-PS 776 259

11 1 286 593

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Steuerung der Reflexion von Radarwellen unter Verwendung von als — vorzugsweise gekrümmter — Platte angeordnetem dielektrischem Material, das mit flächenhaft verteilten elektrischen Leitern versehen ist, zwischen denen ein entsprechend dem Kennsignal gesteuertes Spannungsfeld liegt, durch das die Dielektrizitätskonstante verändert wird, und das zusätzlich mit ferromagnetischem Material versehen ist, dessen Permeabilität gleichfalls entsprechend dem Kennsignal verändert wird.

Bei normalem Radarbild erscheinen die einzelnen Objekte, z.B. Schiffe, als Punkte, gegebenenfalls mit geringen Unterschieden in der Ausdehnung oder in der Helligkeit. Es ist jedoch nicht ohne weiteres möglich, festzustellen, wo ein bestimmtes Schiff sich befindet, oder zwischen festliegenden und sich bewegenden Objekten zu unterscheiden. Dieser Nachteil kann vermieden werden dadurch, daß wenigstens eines der Objekte mit einer Anordnung, z. B. einem durch das einfallende Radarsignal ausgelösten Rückstrahlender, zur Ausstrahlung eines Kennsignals versehen wird. Dieses kann vom Radargerät aufgenommen und zu einer Hervorhebung des Bildpunktes des betreffenden Objektes auf dem Schirm ausgenutzt werden.

Eine solche Anordnung, die aktiv ein Kennsignal aussendet, bedeutet jedoch einen beträchtlichen Aufwand für die Anschaffung und Unterhaltung, zumal gegebenenfalls noch Umschaltungen für die betreffende Radarwelle vorgenommen werden müssen, so daß dann noch eine zusätzliche Bedienung erforderlich wird.

Es ist daher erwünscht, eine passive Reflexionsanordnung zu verwenden, durch die die einfallenden Radarwellen beliebiger Frequenz wieder zurückgestrahlt werden mit einer Amplitude, die in der Größenordnung der Amplitude der von den übrigen Teilen des Objektes reflektierten Welle liegt. Wenn die Reflexionseigenschaften der Anordnung im Takte eines Kennsignals zwischen einem Maximalwert und einem Minimalwert, der vorzugsweise geringer ist als der Reflexionswert der übrigen Teile des Objektes, geändert werden, so erfährt das reflektierte Signal eine Amplitudenmodulation, die beim Radargerät in an sich bekannter Weise ausgewertet werden kann.

Es ist bereits (deutsche Auslegeschrift 1 070 702) eine Anordnung der eingangs erwähnten Art bekannt, bei der ein eine gewölbte Fläche bildender plattenförmiger Körper an seiner Oberfläche angeordnete Leiter aufweist, zwischen denen ein wechselndes Spannungsfeld angelegt wird, derart, daß seine Reflexionseigenschaften gesteuert werden. Dort wird auch darauf hingewiesen, daß abwechselnd nebeneinanderliegende Schichten aus Ferritmaterial und aus dielektrischem Material vorgesehen werden können. Die Permeabilität des ferromagnetischen Materials kann gleichfalls entsprechend dem Kennsignal verändert werden; jedoch ist es nicht ohne weiteres möglich, einen plattenförmigen, eine große Oberfläche aufweisenden Körper einem gesteuerten Magnetfeld auszusetzen.

Bei einer Anordnung der eingangs erwähnten Art werden diese Nachteile vermieden, und mit einem geringen Fern-Streufeld läßt sich bei einem praktisch beliebig gekrümmten plattenförmigen Reflexionskörper eine Steuerung der Permeabilität und durch

geeignete Steuerung der Dielektrizitätskonstante eine besonders starke Veränderung des Reflexionsfaktors erreichen, wenn gemäß der Erfindung die Platte aus einer an sich bekannten Mischung aus dielektrisch ferromagnetisch wirksamem Material besteht und, z. B. auf der Rückseite, mit einem etwa mäanderrförmig verlaufenden Leiter versehen ist, durch den im Takte des Kennsignals ein Strom geschickt wird, mittels dessen das Material in die magnetische Sättigung gesteuert wird, und ferner die Dielektrizitätskonstante gesteuert wird zwischen einem Wert, der bei dem zugeordneten Extremwert des Kennsignals auftretenden Permeabilität des ferromagnetischen Materials nahekann, und einem Wert, der davon wesentlich abweicht, entgegengesetzt zu dem Sinne, in dem die Permeabilität des ferromagnetischen Materials durch den Strom beim Übergang zu dem anderen Extremwert verändert wird.

Es sei bemerkt, daß es an sich (deutsche Auslegeschrift 1 006 907) bekannt ist, ein Material aus einer Mischung von feinverteiltem magnetischem Stoff und feinverteiltem dielektrischem Stoff herzustellen und die Dielektrizitätskonstante und die Permeabilität gleich zu wählen, derart, daß der Reflexionsfaktor einen bestimmten Wert hat, z. B. demjenigen des freien Raumes angepaßt ist. Dabei wird auch erwähnt, daß die wirksame Permeabilität durch ein magnetisches Gleichfeld oder die Dielektrizitätskonstante durch ein elektrisches Feld geändert werden kann, z. B., wenn man die Brechkraft einer damit aufgebauten Linsenordnung ändern will.

Der Erfindung liegt die an sich bekannte Tatsache zugrunde, daß die Permeabilität ferromagnetischen Materials, z. B. des für sehr hohe Frequenzen geeigneten, unter dem Namen »Ferroxplana« (IR-Marke) angebotenen Materials durch ein vormagnetisierendes Feld stark verändert werden kann, so daß in entsprechendem Maß auch das Verhältnis μ/ϵ und damit der Wellenwiderstand des Materials gegenüber der Luft und weiter die Reflexionseigenschaften gesteuert werden können.

In einer Anordnung nach der Erfindung erhält man eine verstärkte Wirkung, wenn die Platte mit elektrisch leitenden Belägen versehen ist, zwischen denen ein entsprechend dem Kennsignal gesteuertes Spannungsfeld liegt, durch das die Dielektrizitätskonstante zwischen einem Wert, der bei dem zugeordneten Extremwert des Kennsignals auftretenden Permeabilität des ferromagnetisch wirksamen Materials nahekann, und einem Wert gesteuert wird, der davon wesentlich abweicht, entgegengesetzt zu dem Sinne, in dem die Permeabilität des Materials durch den Strom beim Übergang in den anderen Extremwert verändert wird.

Isoliermaterial, dessen Dielektrizitätskonstante durch eine angelegte Spannung verändert werden kann, ist an sich ebenfalls bekannt. Nach der Erfindung wird ein gemeinsam ferromagnetisch und dielektrisch wirksames Material verwendet, und beide können durch ein elektromagnetisches bzw. ein elektrostatisches Feld gesteuert werden, derart, daß das Verhältnis μ/ϵ zwischen einem Wert stark verschieden von 1 und einem Wert nahe bei 1 im Rhythmus eines Kennsignals verändert wird. Es könnte aber auch eine jeweils getrennt wirksame Materialmischung entsprechender Konsistenz benutzt werden. Besonders vorteilhaft sind Ferritmaterialien von der Konsistenz Co_2Z , Co_2Y , Ni_2Y , Mg_2Y wobei Z die Abkürzung

für die Restformel $\text{Ba}_3\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ und Y für $\text{Ba}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ ist.

Dadurch, daß der Stromleiter etwa mäanderförmig ausgebildet ist, wird erreicht, daß eine wirkungsvolle Magnetisierung auch dann erzielt wird, wenn die Platte nicht eben, sondern in nennenswertem Maße gekrümmt ist; dies ist vielfach erforderlich, um einerseits in der Horizontalen eine Reflexion nach allen Richtungen zu ermöglichen, während andererseits in der Vertikalen vielfach eine Bündelung erwünscht ist. Durch die mäanderförmige Anordnung kann auch die Impedanz erhöht und damit eine günstigere Anpassung an den Kennsignalgenerator erreicht werden. Weiter ergibt sich bei dieser Anordnung eine Magnetisierung, die in benachbarten Flächenelementen entgegengesetztes Vorzeichen hat. Dabei läßt sich erreichen, daß das Magnetfeld schon in verhältnismäßig geringer Entfernung von der Platte verschwindet, so daß Störungen benachbarter Anlagen nicht zu befürchten sind.

Die Platte selbst braucht nur eine verhältnismäßig geringe Dicke aufzuweisen, die erforderlich ist, um in dem einen Extremzustand die erwünschte Reflexion zu gewährleisten. Im anderen Extremzustand genügt es, wenn die Platte die Wellen hindurchläßt. Wenn die Platte derart angeordnet ist, daß die Wellen dann ihren Weg durch die freie Atmosphäre fortsetzen können, sind Störungen nicht zu befürchten. Wenn jedoch hinter der Platte Bauteile angebracht sind, die ihrerseits die Welle reflektieren könnten, kann hinter der Platte absorbierendes Material zur Dämpfung der hindurchgelassenen Wellen angebracht sein. Dessen Dielektrizitätskonstante ist zweckmäßig gleich dem Permeabilitätswert. Dieses, vorzugsweise ebenfalls plattenförmig ausgebildete Material wird im allgemeinen erheblich dicker sein müssen als die gesteuerte Platte; dies bedeutet jedoch keine wesentliche Erschwerung, da die Eigenschaften dieses Materials ja nicht geändert zu werden brauchen.

Die Abmessungen der Platte können wesentlich verringert werden, wodurch sich eine vereinfachte Steuerung ergeben kann, wenn die ankommende Welle durch eine Spiegelanordnung aufgenommen und auf eine Brennfäche konzentriert wird, wobei eine in ihren Reflexionseigenschaften durch das Kennsignal gesteuerte Platte in der Brennfäche angebracht ist. Wenn diese Platte sich im reflektierten Zustand befindet, wird die Welle zum Spiegel zurückgeworfen und von dort, vorzugsweise in Richtung der ankommenden Welle, wieder abgestrahlt. Bei dieser Anordnung kann die Platte verkleinert werden.

Die Erfindung wird nachstehend an Hand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert, in der

Fig. 1 eine Platte mit mäanderförmig angeordneten Stromleitern in Aufsicht und

Fig. 2 in einer Ansicht schräg von vorn zusammen mit einer das Kennsignal steuernden Anordnung zeigt.

In Fig. 1 sind auf einer Platte 1 Stromleiter 2 mäanderförmig angeordnet und so geschaltet, daß ein Flächenelement 3 an seinen Begrenzungslinien von Strömen durchflossen wird, die den gleichen Richtungssinn aufweisen und somit in gleicher Weise zu dem Magnetfeld durch das Flächenelement 3 beitragen. Die einzelnen Zweige des Stromleiters können hintereinander oder in geeigneter Weise parallel geschaltet werden. Wie die Figur zeigt, werden somit benachbarte Flächenelemente jeweils in entgegenge-

setztem Sinn vom Strom umflossen, so daß sich entgegengesetztgerichtete Magnetfelder ergeben.

Fig. 2 zeigt eine Platte 1, auf deren Rückseite die Stromleiter 2 angeordnet sind, von denen lediglich einer dargestellt wurde. Die Platte 1 ist aus ferromagnetischem und dielektrisch wirksamem Material 4 hergestellt, das nach dieser Figur weiter mit Belägen 5 und 6 versehen ist. Die Leiter 2 werden im Takt eines vorzugsweise impulsförmigen Kennsignals vom Strom durchflossen, wodurch die Permeabilität des Materials gesteuert wird. Gleichzeitig wird zwischen den Belägen 5 und 6 eine entsprechend verlaufende Spannung angelegt, durch die die Dielektrizitätskonstante des Materials 4 gesteuert wird.

Um dies zu erreichen, werden — vorzugsweise impulsförmige — Steuersignale 7 z. B. mit einer Wiederholungsfrequenz von einigen 1000 Hz einem Generator 8 zugeführt, der im Takt der Signale 7 höherfrequente Schwingungen von z. B. 100 kHz erzeugt und einem Transformator 9 zuführt. Von dessen Sekundärwicklung 10 werden diese Schwingungen abgenommen und gleichgerichtet und mit niedriger Spannung und verhältnismäßig starkem Strom den Leitern 2 zugeführt. Gleichzeitig werden von der Wicklung 11 Schwingungen hoher Spannung, z. B. 500 bis 1500 Volt, abgenommen und gleichgerichtet und den Belägen 5 und 6 zugeführt. Dadurch ist sichergestellt, daß die Ströme durch die Leiter 2 und die Spannung an den Belägen 5 und 6 gleichen Verlauf aufweisen.

Die Wicklungen 10 und 11 sind an ihrem einen Ende verbunden und vorzugsweise an Erde gelegt, während die Einweggleichrichter 12 und 13 mit nachfolgenden Ladekondensatoren 14 und 15 an die anderen Enden der Wicklungen 10 und 11 angeschlossen sind. Der Belag 5 braucht daher nicht im wesentlichen Maße gegenüber den Leitern 2 isoliert zu sein, da nur geringe Spannungsdifferenzen auftreten. Lediglich der den einfallenden Radarwellen 16 zugewandte Belag 6 führt höhere Spannung, so daß auf dieser Seite eine Isolation zweckmäßig ist.

Das Material der Beläge 5, 6 wird nur mit geringem Strom beaufschlagt und kann daher dünn sein und einen hohen Flächenwiderstand aufweisen. Dadurch läßt sich erreichen, daß an diesen Belägen eine nennenswerte Reflexion der einfallenden Wellen nicht erfolgt.

Zur Erzielung eines kräftigeren Magnetfeldes kann es zweckmäßig sein, die Stromleiter 2 auch auf der vorderen Seite des Materials 4 der Platte 1 anzuordnen. Für den durch diesen Leiter zu schickenden Strom wäre dann auch dem Transformator 9 eine weitere Wicklung mit Gleichrichter anzubringen, die mit einem Pol an den Verbindungspunkt des Gleichrichters 13 mit dem Kondensator 15 angeschlossen werden kann.

Die Beläge 5 und 6 können auch in stärker verschiedenen Ebenen der Platte 1, 4 angebracht werden. Eine Platte nach der Erfindung wird an einem Gegenstand, z. B. einem Fahrzeug, der sich auf einem im wesentlichen ebenen Teil der Erdoberfläche befindet und diesen überragt vorzugsweise an einem Mast, hoch über der Erdoberfläche angebracht. Daß die von tiefer liegenden Gegenständen bewirkten Reflexionen im allgemeinen wesentlich schwächer sind, wird dadurch erreicht, daß die reflektierten Wellen der gesteuerten Platte nach der Erfindung mit im Verhältnis stärkerer Amplitude zurückgestrahlt

werden, wodurch sich eine bessere Modulation der zurücklaufenden Wellen durch das Kennsignal ergibt.

Mit einer wesentlich kleineren gesteuerten Platte und damit mit erheblich herabgesetztem Energiebedarf für die Steuerung durch das Kennsignal kann man auskommen, wenn die ankommende Welle durch eine ablenkende Anordnung aufgenommen und auf eine Brennofläche konzentriert wird, dort — je nach dem Augenblickswert des Kennsignals — gegebenenfalls reflektiert und durch die Anordnung, vorzugsweise in der Einfallrichtung, wieder abgestrahlt wird, wobei die gesteuerte Reflexionsplatte in der Brennofläche angebracht ist.

Wenn die Anordnung bestimmt ist für die Zusammenarbeit mit einem speziellen Radargerät, dessen Aufstellungsort bekannt ist, so kann ein Spiegel, z. B. ein Parabolspiegel, verwendet werden, an dessen Brennpunkt die reflektierende Platte angebracht ist. Die von dem Radargerät einfallenden Wellen werden dann durch den Spiegel auf die Platte konzentriert und dort gegebenenfalls reflektiert und dann zum Radargerät zurückgeworfen.

Wenn die Anordnung jedoch für Radargeräte mit beliebigem Aufstellungsort, z. B. für die Geräte verschiedener Schiffe in einer Hafeneinfahrt, wirksam sein soll, so muß sie nach allen Richtungen reflektieren können. Es wird daher eine Konzentration zwar in der Höhe möglich sein, jedoch werden eine oder mehrere Brennoflächen erforderlich sein, die insgesamt noch eine verhältnismäßig große gesteuerte Platte erfordern.

Eine wesentliche Verkleinerung läßt sich erreichen, wenn die Wellen konzentriert werden durch eine etwa ringförmige Linsenordnung. Diese Anordnung kann dann etwa die Form eines Zylindermantelabschnittes haben mit etwa senkrecht zur Erdoberfläche verlaufender Achse, und ihre Brennofläche kann in ihrem Inneren liegen mit wesentlich verringertem Durchmesser, so daß auch die an dieser Brennofläche angeordnete gesteuerte Platte wesentlich kleiner sein kann.

Die reflektierende Platte 1, 4 kann auch geteilt und durch verschiedene Kennsignale gesteuert werden. Dadurch lassen sich einfallende Wellen abhängig von der Richtung verschieden modulieren. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei der Anwendung zwischen Fahrzeugen: Das Kennsignal kann dann in besonderer Weise moduliert werden, wenn das angestrahlte Objekt sich in Richtung auf das messende Radargerät zu bewegt. Dadurch kann ein besonderes Warnsignal ausgelöst werden.

Patentansprüche:

1. Anordnung zur Steuerung der Reflexion von Radarwellen unter Verwendung von als — vorzugsweise gekrümmter — Platte angeordnetem dielektrischem Material, das mit flächenhaft verteilten elektrischen Leitern versehen ist, zwischen denen ein entsprechend dem Kennsignal gesteuertes Spannungsfeld liegt, durch das die Dielektrizitätskonstante verändert wird, und das zusätzlich mit ferromagnetischem Material versehen ist, dessen Permeabilität gleichfalls entsprechend dem Kennsignal verändert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die aus einer an sich bekannten Mischung von dielektrisch und ferromagnetisch wirksamem Material bestehende Platte

(1, 4), z. B. auf der Rückseite, mit einem etwa mäanderförmig verlaufenden Leiter (2) versehen ist, durch den im Takt des Kennsignals ein Strom geschickt wird, mittels dessen das Material in die magnetische Sättigung gesteuert wird, und daß die Dielektrizitätskonstante gesteuert wird zwischen einem Wert, der der bei dem zugeordneten Extremwert des Kennsignals auftretenden Permeabilität des ferromagnetischen Materials nahekommt, und einem Wert, der davon wesentlich abweicht entgegengesetzt zu dem Sinne, in dem die Permeabilität des ferromagnetischen Materials durch den Strom beim Übergang zu dem anderen Extremwert verändert wird.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das wirksame Material Ferrite mit der Konsistenz Co_2Z , Co_2Y , Ni_2Y , Mg_2Y sind, wobei Z die Abkürzung für die Restformel $\text{Ba}_3\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ und Y für $\text{Ba}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die flächenhaft verteilten Leiter so dünn sind und/oder einen so hohen Flächenwiderstand aufweisen, daß an ihnen die elektrischen Wellen praktisch nicht reflektiert werden.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromleiter mit den flächenhaft verteilten Leitern galvanisch verbunden ist und auf etwa gleichem Potential wie diese liegt.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte auf beiden Seiten mit etwa gleich verlaufenden Stromleitern versehen ist, die in gleicher Weise entsprechend dem Kennsignal von Strom durchflossen werden und zwischen denen der zur Steuerung der Dielektrizitätskonstante erforderliche Spannungsunterschied besteht.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Stromleiter und beide flächenhaft verteilten Leiter in verschiedenen Ebenen der Platte angebracht und gegeneinander isoliert sind.

7. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß hinter der in den Reflexionseigenschaften gesteuerten Platte absorbierendes Material zur Dämpfung der hindurchgelassenen Wellen angebracht ist.

8. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Material auf den wirksamen Flächen eines Dreieckspiegels angeordnet ist.

9. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche an einem Gegenstand, z. B. einem Fahrzeug, der sich auf einem im wesentlichen ebenen Teil der Erdoberfläche befindet und diese wesentlich überragt, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflexionsanordnung an einem Mast hoch über der Erdoberfläche angebracht ist.

10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte die Form eines Zylindermantelabschnittes hat mit etwa senkrecht zur Erdoberfläche verlaufender Achse.

11. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Platte die Form der Oberfläche eines nach außen geöffneten Rotations-Paraboloides hat, dessen Brennebene parallel zur Erdoberfläche verläuft.

12. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in verschiedenen Richtungen reflektierende Teile der Platte durch verschiedene Kennsignale gesteuert werden.

5

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

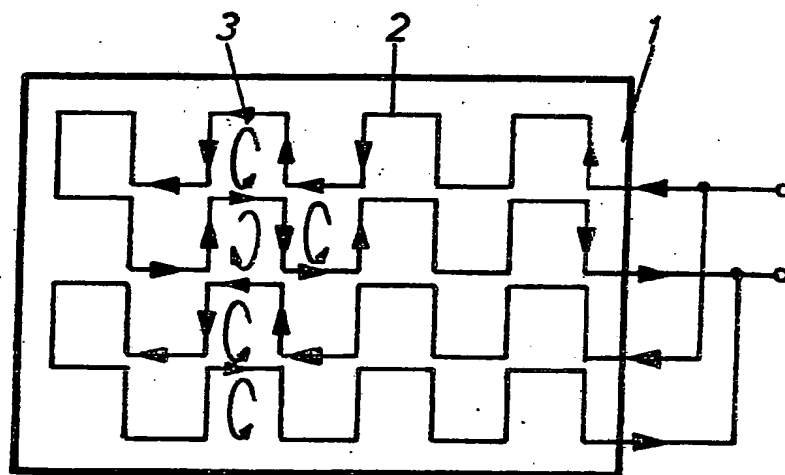


Fig. 1

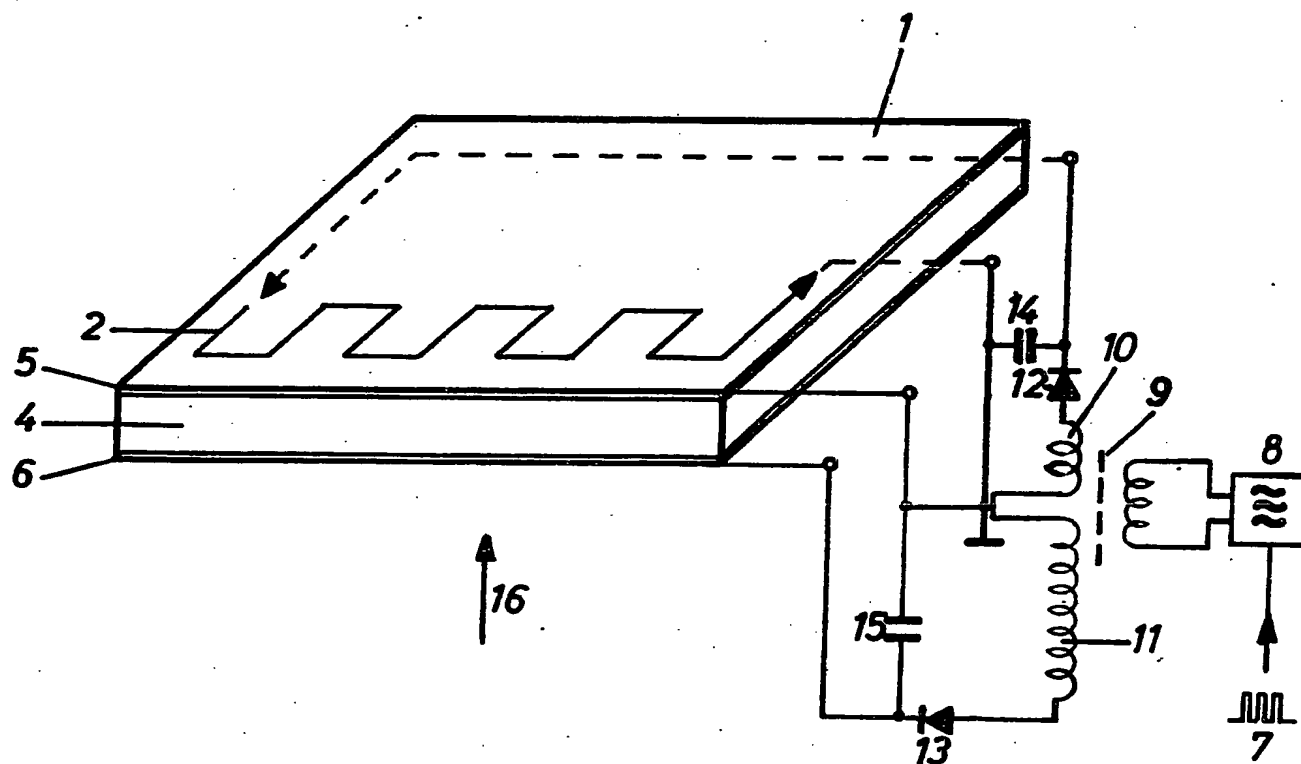


Fig. 2